Pflanzensoziologische Studien aus dem nördlichen Rußland. I. Die Fleckentundra von Nowaja Semlja.

Von **Constantin Regel**, Kowno.

(Eingegangen am 31. Oktober 1931.)

I. Einleitung.

Mit vorliegender Arbeit beginnt eine Reihe kleinerer Aufsätze über pflanzensoziologische Probleme aus dem nördlichen Europa und der Arktis, welche hauptsächlich auf Aufnahmen des Verfassers vom Jahre 1915 in Nordrußland und auf Nowaja Semlja beruhen.

In pflanzensoziologischer Hinsicht ist die Arktis noch wenig bekannt. Die klassische Arbeit von WARMING (1887) über Grönland, die von POHLE (1903) über die Halbinsel Kanin, von STEFFEN (1928) über Nowaja Semlja dürften so ziemlich alles darüber sein; denn die Halbinsel Kola und der nördliche Ural gehören nicht mehr zur Arktis. Zahlreiche Probleme verbinden die Pflanzendecke der Arktis mit der der borealen Zone. Hier schiebt sich als Übergangszone die von den verschiedenen Autoren verschieden aufgefaßte Subarktis ein. (Siehe z. B. POHLE, ENGLER in ENGLER-GILG (1924). Zu den charakteristischsten Pflanzenvereinen der Arktis gehört die sogenannte Tundra, die sich in südlicheren Gegenden nach dem Ende der letzten Eiszeit wohl hier und da als Reliktenverein erhalten haben kann. Davon rühren auch die Ähnlichkeiten her, die sich zwischen manchen Pflanzengesellschaften nördlicher und südlicher Gegenden aufweisen lassen. Darauf habe ich schon früher (REGEL 1927) hingewiesen, und dem werden wir in diesen Aufsätzen häufig begegnen: nordische, ja sogar typisch arktische Pflanzenvereine reichen nicht selten bis

in die mitteleuropäische Provinz und die Provinz der Nadelwälder hinein, und südlicheren Pflanzenvereinen begegnen wir in der Arktis. Außer Klima und Boden sind hierbei noch andere Faktoren beteiligt, nicht zum letzten der Mensch.

Als Assoziation bezeichne ich überall einen Pflanzenverein von bestimmter floristischer Zusammensetzung mit bestimmten Dominanten und Konstanten. Ich stimme hierin der Auffassung der nordischen Pflanzensoziologen zu, die viele Assoziationen von kleinem Umfang unterscheiden. Es ist meiner Meinung nach wichtig, kleinere, gut begrenzte Einheiten festzustellen, und diese dann in größere Gruppen zusammenzufassen, wobei es weniger darauf ankommt, ob diese kleineren Einheiten Assoziationen oder Elementarassoziationen (DRUDE 1919) genannt werden.

Die größeren Einheiten nenne ich nicht selten Komplexe von Assoziationen, welcher Begriff in der Literatur (z. B. bei OSVALD (1923), SUKATSCHEFF (1928), REGEL (1921) vorkommt.

Die Aufnahmen von 1915 sind sämtlich nach der DRUDE'schen Methode ausgeführt worden, wobei folgende Zeichen benutzt wurden:

soc = sociales
cop = copiosae
sp = sparsae
sol = solitariae
cop-gr = copiose gregariae
sp-gr = sparse gregariae
sol-gr = solitare gregariae.

II. Die Fleckentundra von Nowaja Semlja.

Zu den charakteristischsten Oberflächenbildungen der Arktis gehört der P o l y g o n b o d e n der Geographen (z. B. PASSARGE, 1920), Rautenboden bei NANSEN (1922), eng zusammenhängend mit den Erscheinungen des Erdfließens, die nicht nur in den arktischen Gegenden, sondern auch in den höheren Gebirgen Europas, z. B. dem skandinavischen Hochgebirge, den Alpen u. a. beschrieben worden sind. Abbildungen solcher Böden finden wir bei NANSEN, PASSARGE, FRÖDIN (1918), HANNA RESVOLL-HOLMSEN (1909). Diese Bildungen sind ohne Zweifel eine Auswirkung des Frostbodens, der sich durch das ganze nördliche Europa, Asien und Nordamerika erstreckt. Wir finden sie aber

nur in dem alpinen und polaren Verbreitungsgebiet, sie scheinen dem kontinentalen Gebiet zu fehlen. Über diese Frostböden vergl. POHLE (1924, 1925).

Nach RESVOLL-HOLMSEN (1909) gibt es in Spitzbergen echte Polygonböden, die aus vielkantigen Feldern bestehen, und falsche, die den Steinnetzen und Steinringen anderer Autoren entsprechen.

PASSARGE (1920, S. 186) unterscheidet, an HÖGBOM (1914) anknüpfend, folgende Arten der Polygonböden:

a) Steinnetze, bestehend aus regelmäßigen oder unregelmäßigen Netzen aus Gesteinsstücken, in deren Maschen feuchte Erde mit meist gewölbter Oberfläche liegt und deren Durchmesser einen bis einige Meter beträgt.

b) Steinringe von 1 bis $1^1/_2$ m Durchmesser, von runder Form, sonst den Steinnetzen gleichend.

Auf geneigtem Boden nehmen die Steinnetze und Steinringe die Form von Steinstreifen an.

c) Erd- und Schuttinseln in Blockmeeren.

d) Zellenboden, der aus sechsseitigen, bienenwabenähnlichen Vielecken aus Erde und Ton besteht, die durch Risse abgegrenzt sind und einen Durchmesser von einigen Dezimetern bis selten einen Meter haben. Auf geneigten Stellen tritt eine Verzerrung auf, wie bei den Steinstreifen. Die Pflanzen wachsen an den Rändern der Zellen.

Auch NANSEN (1922) unterscheidet Spaltennetze oder Polygonboden, in welchem der Erdboden in Felder zersprungen ist, und Steinnetze, in denen die Felder durch Steine eingefaßt sind.

Für unsere späteren Darlegungen werden diese Einteilungen von Bedeutung sein.

Die Erde resp. der Lehm dieser Polygonböden ist vom Wasser durchtränkt. NANSEN (1922) sagt, daß der Fuß beim Gehen über diese Polygonböden auf Spitzbergen tief einsinkt; ich kann dies von Nowaja Semlja bestätigen.

Über die Entstehung der Polygonböden gibt es eine Reihe Ansichten, auf die wir hier nicht eingehen können. Geringe Jahrestemperaturen, das Fehlen einer Schneedecke im Winter, infolgedessen der Frost tief eindringt, kurzer und kühler Sommer, der das Auftauen des Bodens in tieferen Schichten verhindert, spielen eine Rolle. Wir müssen ja in Betracht ziehen, daß in den inneren Teilen Sibiriens, wo die Temperatur im Winter sehr niedrig ist, doch keine Polygonböden vorkommen. Große Temperaturunter-

schiede, Insolation, Auftauen und Gefrieren, und dadurch hervorgerufene Frostsprengungen sind nach NANSEN (1922) bei der Bildung der Polygonböden, speziell der Steinringe, hervorzuheben.

Auf diesen Polygonböden breitet sich eine Vegetationsdecke aus, die wir die Fleckentundra nennen wollen. Sie ist wie wenige andere Pflanzenvereine für die arktische Vegetation bezeichnend.

Die Fleckentundra, charakterisiert durch die fleckenweise Anordnung der Vegetation an den Spalten und Rissen, ist nur eine der vielen Formen der Tundra. Denn diese, ursprünglich nur die waldlosen Gipfel in Lappland bezeichnend, wurde nachher von den das nördliche Rußland und Asien kolonisierenden Russen auf das ganze ungeheure, nördlich von der polaren Waldgrenze gelegene Gebiet übertragen. „Tundra" ist also ein geographischer Begriff, wie auch „Steppe", „Alvar", „Taiga", „Puszta" u. a., kein pflanzengeographischer. Die Tundra enthält daher eine ganze Reihe Pflanzenvereine, wie z. B. die typische Kältewüste, Moore, Matten, Weidengestrüpp, und in den südlicheren Teilen treten in ihr kleinere Waldinseln auf. Doch werden im allgemeinen im Norden nur die brach liegenden (außer als Weide für Renntiere) nicht genutzten Stellen als Tundra bezeichnet, nicht die als Heuschläge, Wiesen oder als Viehweide benutzten. Dies betrifft jedoch nicht die äußerste Arktis, Nowaja Semlja, Taimyr usw., hier ist alles Tundra, obwohl die Pflanzendecke stellenweise ein recht südliches Gepräge trägt. Die „Tundra" ist also mit dem Kolonisationsgebiet der Russen eng verbunden; außerhalb dieses Gebietes finden wir andere Bezeichnungen für sie, wie „Fjelde" im nördlichen Skandinavien, „Barren Grounds" in Nordamerika. Siehe z. B. HAVILAND (1926, S. 149), NEHRING (1890 S. 6 ff.) sowie die Reisebeschreibungen bei SCHRENK (1848—54), MIDDENDORFF (1860), NORDENSKIÖLD (1882 I, S. 345).

Fleckentundra ist die auf den Polygonböden vorkommende Form der Tundra und von der gleichen geographischen Verbreitung wie diese. Auf Nowaja Semlja können wir die eigentliche und die gestreifte Fleckentundra unterscheiden.

I. Die eigentliche Fleckentundra.

Sie kommt nur auf mehr oder weniger ebenem Terrain vor, wie auf marinen oder fluvialen Terrassen. Der Boden besteht

immer aus Lehm, nicht selten jedoch mit Zusatz von feinem Moränenschutt. Größeres Gestein und Felsblöcke fehlen meistens.

Die Pflanzendecke ist unterbrochen und besteht aus größeren oder kleineren Flecken, die oft durch schmale Streifen zusammenhängen, so daß sich eine Art weitmaschiges Vegetationsnetz bildet. Dazwischen tritt der nackte Lehm zu Tage, der meist durch Spalten und Risse in unregelmäßige Polygone geteilt ist, längs welchen sich die obenerwähnten Flecken und Streifen konzentrieren, während die Oberfläche der Polygone selbst von Pflanzen entblößt ist. Sie wechseln von Teller- bis Radgröße.

Die Vegetation dieser Fleckentundren ist in floristischer wie physiognomischer Hinsicht äußerst mannigfaltig; doch kann man je nach dem Hervortreten gewisser Arten eine ganze Reihe Typen unterscheiden, die uns einen leichteren Überblick über die Mannigfaltigkeit dieser Pflanzenvereine gestatten. Werden doch, wie oben erwähnt, die Polygonböden auch auf Grund rein morphologischer Merkmale in mehrere Gruppen eingeteilt.

1. Die Dryas octopetala — Fleckentundra.

Diese Tundra wurde an folgenden Stellen aufgezeichnet:

a) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 1. VIII. 1915. Ebenes Terrain hinter dem See bei der Ansiedlung. Lehm.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 2. VIII. 1915. Ebenes Terrain am Fuße des Berges. Lehmiger Boden. Am Abhang geht die Assoziation in eine gestreifte Fleckentundra über.

c) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Ebene Terrasse mit Lehmboden oberhalb des Sees; geht auf dem Abhang in eine gestreifte Fleckentundra über. Silene-Polster und Dryas-Rasen, die von Flechten überwuchert sind und dann zerstört werden.

d) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 6. VIII. 1915. Ebenes Terrain ca. 45 m ü. M. Feiner Steingrus.

e) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 7. VIII. 1915. Ebene Terrasse hinter der Ansiedlung mit trockenem lehmig-grusigem Boden. An feuchteren Stellen geht die Assoziation in die Salix polaris-Moose und Kräuter-Fleckentundra über.

f) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebenes Terrain auf einer Anhöhe. Die Dryas-Assoziation findet sich fleckenweise innerhalb der Salix polaris-Moose und Kräuter-Fleckentundra.

g) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebenes Terrain mit Lehm- und Grusboden in der Nähe des Meeres.

Tabelle 1.

	a	b	c	d	e	f	g
Deschampsia caespitosa		+	+				
Eriophorum Scheuchzeri			sp				
Carex misandra	cop						
Carex rigida			+				
Luzula nivalis			sp	sol			
Salix polaris		+					cop
Salix arctica				sp			
Cerastium alpinum		+	sp	sp			
Cerastium Regelii		+		sp			
Papaver radicatum	sp						
Braya purpurascens	+						
Silene acaulis	cop	cop		cop			
Saxifraga Hirculus			spgr				spgr
Oxyria rheniformis		+		sol			
Dryas octopetala	cop	soc	cop	cop-soc	cop-soc	cop-soc	cop-soc
Artemisia borealis				sp			
Astragalus arcticus			copgr				
Moose		+	+[1]	+			+
Cetraria nivalis	+						
Lichenes				+			

Verbreitung: in den südlicheren Teilen von Nowaja Semlja.
Konstante: Dryas octopetala.

2. Die Saxifraga oppositifolia — Fleckentundra.

Von dieser Tundra besitze ich folgende Aufzeichnungen:

a) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebene Flußterrasse im Tale des Flusses Matotschka mit lehmig-grusigem Boden. Lehmflecken von regelmäßiger Form. Artemisia borealis wächst vorzugsweise auf Grus.
Salix arctica domoniert stellenweise.
Weiter oben geht diese Tundra in eine Salix arctica-Carex-Fleckentundra über.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Krestowaja Guba (Kreutzbai) 10. VIII. 1915. Ebenes Terrain auf dem Berge, ca. 110 m. ü. M.

[1]) Drepanocladus intermedius, Campthothecium trichoides.

Boden-Lehm, an den Spalten tritt Grus hervor. Auch erratische Blöcke kommen vor.

c) Nowaja Semlja, Kolonie Krestowaja Guba (Kreutzbai) 10. VIII. 1915. Ebenes Terrain mit lehmigem Boden und Grus. An den Spalten wächst nicht selten in großer Anzahl Salix polaris, so daß die Assoziation den Charakter einer Saxifraga oppisitifolia — Salix polaris — Fleckentundra erhält. In den Vertiefungen längs der Risse wachsen Krustenflechten.

Tabelle 2.

	a	b	c	d	e
Deschampsia alpina	sp			sp	sp-cop
Festuca rubra					sp-cop
Festuca ovina vivipara				sol-sp	
Poa arctica	sp-cop				
Luzula nivalis	sp-cop				
Juncus biglumis					spgr
Salix polaris			cop	sp-cop	cop
Catabrosa algida					sp
Salix arctica	sp-cop				sp
Oxyria rheniformis				sp	
Cerastium alpinum				sp	
Silene acaulis	sp			sol-sp	
Draba alpina		sol	sol-sp	sol-sp	
Polygonum viviparum	cop		sp-cop	sp	
Saxifraga aizoides		sp	sp		
Saxifraga Hirculus	cop		sol-spgr	sp	sp
Saxifraga nivalis	cop			sol	
Saxifraga stellaris			sol-spgr	sp	
Minuartia verna	sol		sp	sol	
Dryas octopetala		sp-cop	sp-cop		
Saxifraga oppositifolia	cop	cop	cop	cop-soc	cop
Sedum Rhodiola	sol				
Astragalus arcticus	sp				
Polemonium boreale	sp				
Artemisia borealis	sol-sp		sol	sol	
Lichenes		+	+	+	
Musci		+		+	
Krustenflechten			+	+	+

Verbreitung: im nördlichen Teile, von Matotschkin Schar an.

Konstante: Salix polaris, Draba alpina; Saxifraga Hirculus, Minuartia verna, Saxifraga oppositifolia, Artemisia borealis.

d) Nowaja Semlja, Kolonie Krestowaja Guba (Kreutzbai) 10. VIII. 1915. Schwach geneigte Ebene mit lehmigem Boden, hinter der Ansiedlung. Moose längs den Spalten. Die Moose werden von Krustenflechten überwuchert. Oberhalb, auf vollständig ebenem Terrain geht die Tundra in eine Sumpfformation mit Carex stans über.

e) wie Nr. 2 c, nur im Flußtale gelegenes ebenes Terrain mit weniger Grus. Die Tundra geht allmählich in einen Sumpfverein über.

3. Die Salix polaris — Moose und Kräuter — Fleckentundra.

Diese Assoziation wurde von mir an folgenden Stellen beobachtet:

a) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 6. VIII. 1915. Ebenes Terrain mit Grusboden, ca. 150 m. ü. M. Dryas octopetala bildet Polster. An feuchteren Stellen bilden Moose und Salix polaris mit Carex kleine Rasen. Die Flecken haben unregelmäßige Gestalt, da der Boden aus grobem Grus und Schieferfliesen besteht.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 7. VIII. 1915. Ebenes Terrain hinter der Ansiedlung, in der Nähe des Meeres. Lehmig-grusiger Boden. An trockenen Stellen geht die Assoziation in die Dryas octopetala - Tundra über. (Siehe oben, 1 e).

c) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 7. VIII. 1915. Ebenes Terrain in der Nähe des Meeres. Steinig-grusiger Boden. Dryas octopetala bildet kleine Rasen, zwischen den Moosen wurde Alopecurus alpinus vermerkt. Auf Moospolstern wachsen reichlich Salix polaris sowie seltener Salix rotundifolia.

d) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebenes Terrain am Fuße des Berges. Fleckenweise tritt die Dryas octopetala-Assoziation auf. (Siehe oben, 1 f).

e) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebene Flußterrasse mit lehmig-grusigem Boden. An feuchteren Stellen kommt Arctagrostis latifolia vor. Der Entstehung nach ist es eigentlich keine richtige Fleckentundra, da die

regelmäßigen Flecken sowie die Netzbildung fehlen und die Tundra eher den Eindruck eines noch nicht von der Pflanzendecke überwachsenen Alluvialbodens macht. Die Moose werden vielfach von Flechten überwuchert.

f) Nowaja Semlja, Kolonie Matotschkin Schar. 9. VIII. 1915. Ebene Flußterrasse im Tale des Matotschka-Flusses mit lehmig-grusigem Boden. Die Assoziation grenzt an die oben beschriebene (2 a) Saxifraga oppositifolia-Fleckentundra.

g) Nowaja Semlja, Kolonie Krestowaja Guba (Kreutzbai). 10. VIII. 1915. Marine Terrasse mit lehmigem Boden. Regelmäßig entwickeltes Pflanzennetzwerk. Astragalus arcticus sowie Festuca wurden nur auf den größten Moospolstern vermerkt.

h) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly, 6. VIII. 1915. Ebenes Terrain ca. 175 m ü. M. Lehmiger Boden mit Geröllflecken. Auf feuchten Stellen wächst Arctagrostis latifolia.

i) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Ebenes Terrain ca. 10—15 m ü. M. Lehmboden. Fleckenweise zwischen der Deschampsia-Valeriana capitata - Kräuter-Assoziation (4 b). Stellenweise wurden Dryas octopetala und Silene acaulis aufgezeichnet. Carex wächst vorzugsweise an moosigen und feuchten Stellen. Auf höheren Partien, wo zudem Schieferfliesen mitauftreten, werden die Flecken vom Winde zerstört.

k) Nowaja Semlja, Kolonie Krestowaja Guba (Kreutzbai). 10. VIII. 1915. Ebenes Terrain im Tale des Flusses am Fuße eines Bergabhanges. Lehmboden. An den Rändern, wo der Boden mehr Grus enthält, treten in größerer Anzahl Dryas octopetala-Rasen mit Astragalus arcticus, Pedicularis, Saxifraga Hirculus auf.

Tabelle 3.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Deschampsia alpina			sp-cop				sp-cop		cop	
Deschampsia caespitosa	cop			+			sp-cop.			
Alopecurus alpinus					sp			sp		
Festuca rubra							sp			

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Arctagrostis latifolia	sp				sp			sp	spgr	
Carex rigida		+	cop	cop		cop	cop	cop	cop	cop
Luzula nivalis	cop				sp			sp		
Stellaria longipes								sp		
Cerastium alpinum	cop							spgr copgr	sp	
Salix polaris	cop	cop-soc	cop-soc	cop-soc	cop-soc	cop	cop	cop	cop	cop
Salix rotundifolia			+							
Salix arctica						sp-cop	cop			cop
Papaver radicatum	sp									sp
Silene acaulis									+	
Astragalus arcticus			+				sp		sol-gr	sp
Ranunculus nivalis							sp		spgr	
Hedysarum obscurum			+							
Polygonum viviparum			cop		sp-cop		cop	sp	cop	sp
Saxifraga Hirculus	cop		sp	+			sp-cop	sp	sp	sp
Saxifraga caespitosa	cop									
Saxifraga nivalis			+					sol		
Saxifraga cernua							sp			
Dryas octopetala	cop		+						+	spgr
Polemonium boreale			+							
Pedicularis hirsuta										sp
Moose	cop	+	cop	cop-soc	cop		cop	cop	cop	cop
Lichenes	+				+					
Grimmia spec.	+									

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Fungi (Agaricaceae)							cop			
Krustenflechten								+		

Verbeitung: Mit Ausnahme von Belushja Guba an allen Stationen.
Konstanten: Carex rigida, Salix polaris, Polygonum viviparum, Saxifraga Hirculus, Moose.

4. Die Deschampsia — Valeriana capitata — Kräuter-Fleckentundra.

Diese Assoziation wurde an folgenden Standorten aufgezeichnet:

a) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 1. VIII. 1915. Ebenes Terrain unweit des Meeres, hinter der Ansiedelung. Der lehmige Boden in Polygone gespalten. Oberhalb, auf dem Abhang geht die Assoziation in eine gestreifte Fleckentundra über. Längs den Spalten ist die Vegetation reicher entwickelt. Silene acaulis, Salix polaris bilden besonders große Polster.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba, 3. VIII. 1915. Ebenes Terrain mit lehmigem Boden, ca. 10—15 m ü. M. Die mit Pflanzen bedeckten Flecken nehmen eine den nackten Lehmflecken gleiche Fläche ein. Dazwischen tritt die Salix polaris-Moose-Carex-Assoziation auf.

c) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 6. VIII. 1915. Ebenes Terrain, ca. 90 m ü. M. Lehmboden durch Risse gespalten. Auf Grusflecken dominiert stellenweise Poa arctica. Die Assoziation geht in eine Matte von derselben floristischen Zusammensetzung über. Stellenweise ist Hedysarum aufgezeichnet worden.

Tabelle IV.

	a	b	c
Deschampsia caespitosa	cop	sp-cop	
Arctagrostis latifolia		sp	
Festuca rubra			sp
Poa arctica			cop
Carex rigida		cop	
Luzula nivalis	spgr		cop

	a	b	c
Salix reticulata		cop	
Salix polaris		cop	copgr
Polygonum viviparum		cop	sp
Silene acaulis	sp-cop	cop	
Ranunculus sulphureus		sp	
Papaver radicatum			sp
Potentilla emarginata			sp
Hedysarum obscurum		cop	cop
Dryas octopetala		spgr copgr	
Saxifraga Hirculus		spgr	sp
Saxifraga cernua			sp
Astragalus arcticus			spgr
Valeriana capitata	cop	cop	cop
Salix spec.	sp-cop		
Musci		cop[1])	

Verbreitung: südlicher Teil von Nowaja Semlja.

Konstanten: Salix polaris, Polygonum viviparum, Valeriana capitata, Luzula nivalis; Deschampsia caespitosa, Saxifraga Hirculus, Hedysarum obscurum.

II. Die gestreifte Fleckentundra.

Im Gegensatz zur netzförmigen findet sie sich auf schwach geneigtem, abschüssigem Terrain, z. B. auf sanften Berg- und Terrassenabhängen, wo sie nicht selten oben oder unten von der netzförmigen Tundra begrenzt wird, die, wie wir gesehen, ebene Plätze einnimmt. Der Boden ist lehmig, doch fehlen die Steinnetze und Steinringe der eigentlichen Fleckentundra. Auch PASSARGE (1 c) erwähnt Polygonböden, welche die Form von Steinstreifen annehmen. Die gestreifte Fleckentundra zeichnet sich vor allem durch bandförmige Anordnung der Pflanzen aus. In langen geraden oder schwach gewundenen Streifen, die aus Moosen und Blütenpflanzen zusammengesetzt sind, zieht sich die Vegetation die Abhänge hinunter, während zwischen ihnen der bloße lehmig-kiesige Boden zum Vorschein kommt. Es fehlen also die Querstreifen und, infolgedessen, die netzförmige Vegetationsdecke, welche mit dem Auftreten der Spalten und Polygone im Boden verknüpft ist. Charakteristisch ist ferner, daß die Vegetationsstreifen sich den unbedeutenden Rillen und Vertiefungen anschmiegen, die

[1]) Calliergon stramineus.

sich nicht selten auf den Abhängen befinden, und längs denen das Wasser hinunterrieselt.

Wenden wir uns zur speziellen Darstellung der gestreiften Fleckentundra und der auf Nowaja Semlja vorkommenden Assoziationen.

1. Die gestreifte Tundra aus Salix polaris und Moosen.

a) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 1. VIII. 1915. Sanfter Abhang eines Hügels. Unten grenzt die gestreifte Tundra an die netzförmige Deschampsia caespitosa — Valeriana capitata — Kräuter-Fleckentundra (I, 4a, S. 17). Oberhalb ist der steile steinige Abhang mit vereinzelten Pflanzen wie Silene acaulis, Dryas octopetala, Arenaria ciliata bewachsen.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 2. VIII. 1915. Sanfter Abhang am Fuße des Berges. Unterhalb, auf ebenem Terrain, beginnt die netzförmige Fleckentundra (I, 1b, S. 11).

Konstante: Salix polaris, Moose.

2. Die moosige Saxifraga Hirculus — gestreifte Fleckentundra.

a) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 1. VIII. 1915. Sanfter Abhang eines Hügels, in der Nähe des Seeufers.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Sanfter Abhang in der Nähe des Seeufers.

Konstante: Deschampsia caespitosa, Saxifraga Hirculus, Moose.

3. Die moosige Salix polaris — Kräuter — gestreifte Fleckentundra.

a) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Abhang eines Hügels beim See. Unten geht die Tundra in die den See umgebenden Sumpfformationen über.

b) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Hügelabhang beim Seeufer. Feuchter Lehmboden. Unter den Kräutern ist Polygonum viviparum am häufigsten vertreten.

c) Nowaja Semlja, Kolonie Belushja Guba. 4. VIII. 1915. Abhang eines Hügels in der Nähe des Sees. Feuchter Lehmboden. In großer Anzahl ist Deschampsia vertreten.

d) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 6. VIII. 1915. Abhang eines Berges. Bemerkenswert ist die sonst auf der gestreiften Tundra fehlende Dryas octopetala.

e) Nowaja Semlja, Kolonie Maluja Karmakuly. 6. VIII. 1915. Auf dem Abhang eines ca. 150 Meter hohen Berges lassen sich stellenweis Streifen beobachten, die überaus an die Streifentundra erinnern. Der Boden besteht aus Felsblöcken und Steinen, hier und da ist Lehm zu sehen.

Tabelle V.

	1		2		3			
	a	b	a	b	a	b	c	d
Deschampsia caespitosa	+	+	+	sp		+	cop	
Arctagrostis latifolia						sol		
Poa arctica				cop				
Carex rigida						+	+	+
Festuca rubra				sp				
Salix polaris	cop-gr	cop-soc		+	+	+	+	+
Cerastium alpinum				cop-gr			sp	
Cerastium Regelii		+						
Stellaria longipes			+					
Polygonum viviparum		cop				cop		
Ranunculus sulphureus		sol		sp				
Saxifraga cernua				sp-copgr				
Saxifraga Hirculus		sol	cop	cop		+	spgr	
Saxifraga caespitosa				sol				
Silene acaulis		sp		sp			sp	
Dryas octopetala								+
Epilobium arcticum							sol	
Eriophorum Scheuchzeri							sp	
Hedysarum obscurum						sp		
Pedicularis sudetica		sp				sol		
Chrysosplenium alterfolium				sp				
Musci	+[1]	+[2]	+	cop-soc	cop	+	+	+
Cetraria nivalis		+						

Konstante: Carex rigida, Salix polaris, Moose, Deschampsia caespitosa, Saxifraga Hirculus.

[1]) Drepanocladus intermedius. [2]) Camptothecium trichoides.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Gruppierung der hier behandelten Pflanzenvereine:

I. Die eigentliche Fleckentundra.

1. Die Dryas octopetala Fleckentundra — in den südlichen Teilen.
2. Die Saxifraga opposifolia Fleckentundra — in den nördlichen Teilen.
3. Die Salix polaris, Moose und Kräuter Fleckentundra — überall außer Belushja Guba.
4. Die Deschampsia-Valeriana capitata — Kräuter Fleckentundra — im südlichen Teile.

II. Die gestreifte Fleckentundra.

1. Die Salix polaris — Moose Fleckentundra.
2. Die moosige Saxifraga Hirculus Fleckentundra.
3. Die moosige Salix polaris — Kräuter Fleckentundra.

Es ist mir nicht gelungen, in der Literatur eine soziologische Beschreibung der Fleckentundra resp. der Polygonböden zu finden. STEFFEN (1928) beschreibt auf Nowaja Semlja die lehmig-moosige Tundra, in der fast die Hälfte des Bodens mit Vegetation bedeckt ist, die wohl unseren Fleckentundren entsprechen dürfte; ferner offene Vereine wie die steinige Tundra und die steinigen Blütenhänge, die vielleicht z. T. die oben besprochenen Vereine der Fleckentundra umfassen.

WARMING (1887) beschreibt in Grönland die Fjaeldmark, offene Vereine, in welchen jedoch die Fleckentundra resp. die Vegetation der Polygonböden nicht unterschieden wird.

Auf dem eigentlichen europäischen Kontinent finden wir Fleckentundren oder die ihnen entsprechenden Vereine auf den Hochgebirgen der skandinavischen Halbinsel; so im Gebirge Umptek (eigene Beobachtungen des Verfassers), in der Torne Lappmark (z. B. bei Abisko, Beobachtungen des Verfassers). TH. FRIES (1913) bespricht ausführlich das Erdfließen in der Regio alpina im nördlichsten Schweden, insbesondere die Wulstbildung in der Lebermoosdecke der Anthelia nivalis-Assoziation, die terrassenförmige Fließerde mit einer recht dichten Vegetation auf dem steilen Gefälle des Terrainhanges, oft aus Salix, haben. Auch Fließerdenströme werden erwähnt, diese sind wohl unserer streifenförmigen Fleckentundra analog. Wir müssen

aber einen wesentlichen Unterschied zwischen Fließerdeböden Skandinaviens und der Arktis feststellen: in Fennoskandien kommen sie nur in der alpinen Zone der Gebirge vor, nicht in der Ebene, wie in der Arktis. Daher die Terrassenform, die Wülste, das Bestreben, unter dem Einfluß der Schwerkraft herab zu fließen. Dies sehen wir auch in den Alpen, wo Fließerdeerscheinungen in der alpinen Zone auftreten, jedoch wenig beachtet werden. In der Arktis fällt diese Erscheinung weg, da die Fleckentundra auf ebenem Gelände vorkommt. Ist das Gelände geneigt, so bildet sich die gestreifte Fleckentundra, die den Terrassenböden analog wäre.

FRIES gibt uns eine Übersicht der auf den Fließböden vorkommenden Assoziationen. Diese werden, z. T. in einem anderen Zusammenhange behandelt, so die Salix herbacea — Assoziation in der Heideserie.

Über die Fließerden im nördlichen Schweden spricht auch TENGWALL (1920—1925), der auch, allerdings in anderem Zusammenhange, ihre Vegetation erwähnt. In der eigentlichen Vegetationsübersicht fehlen die Fließböden gänzlich. Floristisch unterscheiden sich diese Böden stark von denen auf Nowaja Semlja, obwohl wir eine Reihe gemeinsamer Elemente finden, wie z. B. Dryas octopetala, Saxifraga oppositifolia, Saxifraga aizoides u. a. Es fehlen aber auf Nowaja Semlja vollständig die Zwergsträucher, wie Empetrum nigrum, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium uliginosum, Vaccinium Vitis idaea, Rhododendron lapponicum. Betula nana, die auf den Fließböden des nördlichen Schwedens weit verbreitet sind (l. c. pag. 741). Auch auf der Halbinsel Kola habe ich einen Polygonboden mit Empetrum nigrum gesehen (REGEL, 1927, pag. 241).

In den Hochgebirgen von Norwegen finden wir ebenfalls Fließerden; sie werden jedoch in der Literatur hinsichtlich ihrer Vegetation nicht näher beschrieben. Meist stehen sie im Zusammenhang mit den Vereinen der Schneetälchen, wie z. B. auf Hallingskarven (RÜBEL 1930, pag. 260). NORDHAGEN erwähnt sie in seinem großen Werke über Sylene (1927—1928) nicht näher, beschreibt jedoch einige wohl hierhin gehörende Assoziationen.

RÜBEL in seiner Zusammenfassung der Pflanzengesellschaften der Erde (1930) erwähnt die Fließerdeböden bei den Vereinen der Schneetälchen innerhalb der Sempervirentiherbosa.

So werden sie noch bei zahlreichen anderen Autoren erwähnt. Nichtsdestoweniger wartet die Vegetation der Polygonböden noch auf ein eingehendes Studium. Fassen wir die rein floristisch unterschiedenen Assoziationen zu größeren Einheiten zusammen, in denen auch der Standort Berücksichtigung findet, etwa zu Formationen WARMINGS (1918), so kommen wir unabweislich zu der Formation der Fließerden, der Fleckentundren. Auch bei der RÜBELschen Einteilung der Pflanzengesellschaften nach physiognomischen Gesichtspunkten, müssen wir die Fleckentundra in die Frigorideserta, die Kältewüsten, einreihen, ebenso wie die Schneetälchen als besondere Gruppe der Sempervirentiprata, der immer grünen Wiesen, aufgezählt werden. Die Fleckentundra ist ja ihren Standortsfaktoren nach nicht weniger charakteristisch, wie die des Schneetälchens. Nur daß sie zu wenig beachtet wird.

Auch in einer Anordnung der Pflanzengesellschaften nach ihrer soziologischen Progression (BRAUN-BLANQUET 1928) würden die Vereine der Fleckentundra Platz finden, und zwar in der Gruppe der offenen Gesellschaften aus schwach verbundenen Kommensalen. Es sind klimatische Schlußgesellschaften ohne Entwicklungsmöglichkeit, nach BRAUN-BLANQUET l. c.

Die hier angeführten Typen der Fleckentundra sind jedoch wohl kaum als Assoziation in dem oben angegebenen Sinn aufzufassen. Ein eingehenderes Studium wird zeigen, daß sie in kleinere Einheiten aufgelöst werden können. So besteht die Salix polaris — Moose und Kräuter Fleckentundra aus Salix-Rasen neben Moosrasen. Dasselbe ist auch in der Salix polaris — Moose gestreiften Fleckentundra der Fall. Die beschriebenen Typen der eigentlichen und der gestreiften Fleckentundra sind wohl aus kleinen Assoziationen bestehende Assoziationskomplexe, so wie es ja auch mit den Hochmooren der Fall ist, die ebenfalls ein Mosaik aus kleinen Assoziationen darstellen.

Literatur.

BRAUN-BLANQUET, J., Pflanzensoziologie. Berlin, 1928. — **DRUDE, O.**, Die Elementarassoziation im Formationsbilde. Botan. Jahrb. **55**, 1919, Beibl. Nr. 122. — **FRIES, TH., C., E.**, Botan. Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Uppsala u. Stockholm, 1913. — **ENGLER, A.** u. **GILG, E.**, Syllabus der Pflanzenfamilien, 9. u. 10. Aufl. Berlin, 1924. — **FRÖDIN, J.**, Über das Verhältnis zwischen Vegetation u. Erdfließen in den alpinen Regionen des schwedischen Lapplands. Med. fran Lunds Univ. Geogr. Inst. Ser. A, 1918. — **HAVILAND, M., D.**, Forest, Steppe and Tundra. Cambridge 1926. — **MIDDENDORFF, A.**, Sibirische Reise, Bd. IV, 1. St. Petersburg, 1867. — **NANSEN, FR.**, Spitzbergen, 2. Aufl. Leipzig, 1922. — **NEHRING, A.**, Über Tundren u. Steppen. Berlin 1890. — **NORDENSKIÖLD, A.**, Die Umsegelung Asiens und Europas. I. Leipzig 1882. — **NORDHAGEN, R.**, Die Vegetation u. Flora des Sylenegebietes. Skrifter utgitt av det Norske Vidensk.-Akad. i. Oslo I. Matem.-Naturvid. Kl. 1927, Nr. 1. 1927—1928. — **OSVALD, H.**, Die Vegetation des Hochmoores Komosse. Uppsala 1923. — **PASSARGE, S.**, Die Grundlagen der Landschaftskunde III. Hamburg 1920. — **POHLE, R.**, Pflanzengeographische Studien von der Halbinsel Kanin. Act. Hort. Petropol. **21**, 1903. — **POHLE, R.**, Frostboden (Eisboden) in Asien u. Europa. Petermanns geogr. Mitt. 1924 u. 1925. — **REGEL, K.**, Statistische u. physiognomische Studien an Wiesen. Acta et Commentationes Univ. Dorpatens. A. I. 4. 1921. — **REGEL, C.**, Die Cornus suecica - Assoziation von Nordeuropa. Veröffentl. des geobotan. Inst. Rübel, Zürich, **4**, 1927. — **REGEL, K.**, Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. Mém. de la Faculté d. Sciences de l'Univ. de Lithuanie, 1927. — **RESVOLL-HOLMSEN, H.**, Om jordbundsstrukturer i polarlandene og planternes forhold til dem. Nyt Magaz. for Naturvidenskaberne, **47**, Kristiana, 1909. — **RÜBEL, E.**, Pflanzengesellschaften der Erde. Bern-Berlin, 1930. — **SCHRENK, A.**, Reise nach dem Nordosten des europäischen Rußlands. Dorpat 1848—1854. — **SOCZAVA, W., B.**, Über die Fleckentundra des Anadyrgebietes. Trudy Poljarn. Komm. Leningrad, **2**, 1930. — **STEFFEN, H.**, Beiträge zur Flora u. Pflanzengeographie von Novaja Semlja, Waigatsch u. Kolgujew. Beih. z. Botan. Centralbl. **44**, 1928. — **SUKATSCHEFF**, Die Pflanzenvereine. Einführung in die Phytosoziologie. Leningrad-Moskau, 1928 (russ.). — **TENGVALL, T., A.**, Die Vegetation des Sarekgebietes. Stockholm 1920—1925. — **WARMING, E.**, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1918. — **WARMING, E.**, Om Grönlands Vegetation. Medd. om Grönland, XII, 1887.